

## (19) 日本特許庁(JP)

## (12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特許2004-259966

(7204-259966A)

(43) 公開日 平成16年9月16日(2004. 9. 16)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F1	H01L 21/30	51D	H	Fターム(参)
H01L 21/07	GO3F	7/22	7/22	H	5FO46

特許請求の範囲 21 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号	特許2003-49366 (P2003-49366)
(22) 出願日	平成15年2月25日(2003. 2. 25)
(71) 出願人	株式会社ニコン
(74) 代理人	東京部千代田区丸の内3丁目2番3号 井理士 正武
(74) 代理人	井理士 正武
(74) 代理人	井理士 高橋 紹男
(74) 代理人	井理士 香山 正和
(74) 代理人	井理士 西 利雄
(72) 発明者	長坂 博之
(74) 代理人	東京部千代田区丸の内3丁目2番3号 株 式会社ニコン内
Fターム(参)	5FO46 B403 CB25 DA12 DA27 DA30

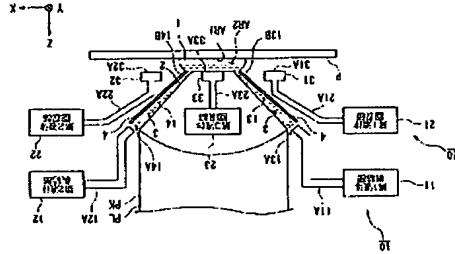
(54) 発明の名称 露光装置及びガラス製造方法

## (57) 要約

【課題】投影光学系と基板上との間に液状領域を形成した状態で露光処理する際、液体の温度変化に起因するパターン精度の低下を抑制できる露光装置を提供する。

【解決手段】露光装置EXは、投影光学系PLの投影領域AR1を含む基板P上の一部に液状領域AR2を形成し、投影光学系PLと基板Pとの間の隙間に、投影光学系PLを介してパターン像を基板P上に投影し、基板Pの液状領域AR2を形成するために、投影光学系PLの液状領域AR2を形成するために、投影光学系PLの少なくとも先端付近の側面3を伝って基板P上に液体1を供給する液体供給機構10を備えている。

図2



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】投影光学系の投影領域を含む基板の一部に液状領域を形成し、前記投影光学系と前記基板との間の液体及び前記投影光学系を介してパターン像を前記基板上に投影し、前記基板の複数のショット領域を順次露光する露光装置において、前記液状領域を形成するために、前記投影光学系の少なくとも先端付近の側面を伝って前記基板上に液体を供給する液体供給機構を備えたことを特徴とする露光装置。

【請求項2】前記液体供給機構は、前記側面に沿うように配置されたガイド管を有し、前記側面と前記ガイド管との間に前記液体を流して前記基板上に液体を供給することを特徴とする請求項1記載の露光装置。

【請求項3】前記液体供給機構は、前記側面と前記基板上との液体の回収を行う液体回収機構を更に備えたことを特徴とする請求項1又は2記載の露光装置。

【請求項4】前記液体回収機構は、第1ショット領域を露光したときに使われた液体が次の第2ショット領域を露光するときに前記投影領域に入らないように前記基板上の液体を回収することとを特徴とする請求項3記載の露光装置。

【請求項5】投影光学系の投影領域を含む基板の一部に液状領域を形成し、前記投影光学系と前記基板との間の液体及び前記投影光学系を介してパターン像を前記基板上に投影し、前記基板の複数のショット領域を順次露光する露光装置において、前記液状領域を形成するために前記基板上に液体を供給する液体供給機構と、前記投影領域の第1ショット領域を露光するときに使われた液体が第2ショット領域を露光するときに前記投影領域に入らないように前記基板上の液体を回収する液体回収機構とを備えたことを特徴とする露光装置。

【請求項6】前記第2ショット領域は前記第1ショット領域の所定方向に近接しており、前記液体回収機構は、前記投影領域に対して所定方向に離れた位置で前記基板上の液体回収を行うことを特徴とする請求項4又は5記載の露光装置。

【請求項7】前記液体回収機構は、前記投影領域に対して前記所定方向と重なる方向に離れた位置で前記基板上の液体回収を行うことを特徴とする請求項6記載の露光装置。

【請求項8】前記液体回収機構は、前記第1ショット領域の露光終了後の前記基板のスピンニング移動中に、前記第1ショット領域の露光のときに使われた液体の回収を行うことを特徴とする請求項4又は5記載の露光装置。

【請求項9】前記液体回収機構は、前記第2ショット領域の露光中に、前記第1ショット領域の露光のときに使われた液体の回収を行うことを特徴とする請求項8記載の露光装置。

【請求項10】前記液体供給機構は、前記第1ショット領域の露光終了後も、前記第1ショット領域に露光中と同じ液体供給口からの液体供給を続けることを特徴とする請求項4～9のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項11】前記液体供給機構は、前記投影領域の両側で前記液体供給を続けることを特徴とする請求項10記載の露光装置。

【請求項12】前記基板上の複数のショット領域のそれぞれは、前記パターン像が投影される前記投影領域に対して前記基板を所定の走査方向に移動しながら露光され、

前記液体供給機構は、前記走査方向に関して、前記投影領域の両側で前記液体供給を繰り返すことを特徴とする請求項 1 の記載の露光装置。

【請求項 13】  
前記基板の複数のショット領域のそれぞれは、前記パターン像が投影される前記投影領域に対して前記基板を所定の走査方向に移動しながら露光され、  
前記液体回収機構は、前記投影領域に対して前記走査方向と交差する非走査方向に離れて配置された、前記非走査方向に延びる液体回収口を有することを特徴とする請求項 3～12 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 14】  
露光光学系の投影領域を含む基板の一部に液没領域を形成し、前記露光光学系と前記基板との間の液体及び前記露光光学系を介してパターン像を前記投影領域内に投影することにも、前記投影領域に対して前記基板を所定の走査方向に移動することによって前記基板の複数のショット領域のそれぞれを順次露光する露光装置において、  
前記液没領域を形成するために前記基板上に液体を供給する液体供給機構と、  
前記液体の供給と並行して前記基板上の液体の回収を行う液体回収機構とを備え、  
前記液体回収機構は、前記投影領域に対して前記走査方向と交差する非走査方向に離れて配置された、前記非走査方向に延びる液体回収口を有することを特徴とする露光装置。

【請求項 15】  
前記パターン像が形成される像面と前記基板表面との位置関係を調整するために前記基板表面の面位置情報を検出する検出系を更に備え、  
前記基板上の複数のショット領域のそれぞれは、前記パターン像が投影される前記投影領域に対して前記基板を所定の走査方向に移動しながら露光され、  
前記液体回収機構は、前記投影領域に対して走査方向に離れた回収位置で前記基板上の液体の回収を行い、  
前記検出系は、前記投影領域と前記回収位置との間で前記面位置情報の検出を行うことを特徴とする請求項 3～14 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 16】  
露光光学系の投影領域を含む基板の一部に液没領域を形成し、前記露光光学系と前記基板との間の液体及び前記投影領域を介してパターン像を前記投影領域内に投影することにも、前記投影領域に対して前記基板を所定の走査方向に移動することによって前記基板の複数のショット領域のそれぞれを順次露光する露光装置において、  
前記液没領域を形成するために前記基板上に液体を供給する液体供給機構と、  
前記基板の液体の回収を行う液体回収機構と、  
前記基板の面位置情報を検出する検出系とを備え、  
前記検出系は、前記投影領域と前記回収位置との間で前記面位置情報の検出を行うことを特徴とする露光装置。

【請求項 17】  
前記液体回収機構は、前記走査方向と交差する非走査方向に所定の長さを有する液体回収口を備え、  
前記液体回収口は、前記走査方向に関して前記投影領域の両側に配置されていることを特徴とする請求項 15 又は 16 記載の露光装置。

【請求項 18】  
前記基板の複数のショット領域のそれぞれは、前記パターン像が投影される前記投影領域に対して前記基板を所定の走査方向に移動しながら露光され、  
前記液体回収機構は、前記走査方向と平行な方向に離れて、前記投影領域の両側で液体の供給を同時に行うことを特徴とする請求項 1～17 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 19】  
前記投影領域は、前記投影領域の両側から両方の液体を同時に供給することを特徴と

する請求項 18 記載の露光装置。

【請求項 20】  
前記基板上の複数のショット領域の走査露光中に、前記投影領域の一方側から供給される液体量が、他方側から供給される液体量と異なることを特徴とする請求項 18 記載の露光装置。

【請求項 21】  
請求項 1～請求項 20 のいずれか一項記載の露光装置を用いることを特徴とするデバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】  
【発明の属する技術分野】

本発明は、露光光学系と基板との間に投影領域を形成した状態で基板にパターンを露光する露光装置及びデバイス製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

半導体デバイスや液晶表示デバイス、マスク上に形成されたパターンを感光性の感光剤上に転写する、いわゆるフォトリソグラフィの手法により製造される。このフォトリソグラフィ工程で用いられる露光装置は、マスクを支持するマスクステージと基板を支持する基板ステージとを有し、マスクステージ及び基板ステージを逐次移動しながらマスクのパターンを投影光学系を介して基板に転写するものである。近年、デバイスパターンのより一層の高集積化に対応するために投影光学系の更なる高解像度化が望まれている。投影光学系の解像度は、使用される露光波長が短いほど、また投影光学系の開口数が高いほど高くなる。そのため、露光装置で用いられる露光波長は年々短縮化しており、露光光学系の開口数も増大している。そして、現在主流の露光波長は KrF エキシマレーザの 248 nm であるが、更に短波長の ArF エキシマレーザの 193 nm も実用化されつつある。また、露光を行う際には、解像度と同様に焦点深度 (DOF) も重要となる。解像度 R、及び焦点深度 δ はそれぞれ以下の式で表される。

$$R = k_1 \cdot \lambda / NA \quad \dots (1)$$

$$\delta = \pm k_2 \cdot \lambda / NA \quad \dots (2)$$

ここで、λ は露光波長、NA は投影光学系の開口数、k<sub>1</sub>、k<sub>2</sub> はプロセス係数である。(1) 式、(2) 式より、焦点深度 δ を高めるために、露光波長 λ を短くして、開口数 NA を大きくすると、焦点深度 δ が狭くなること分かる。

【0003】

焦点深度 δ が狭くなり過ぎると、投影光学系の像面に対して基板表面を合致させることが困難となり、露光動作時のマージンが不足するおそれがある。そこで、実質的に露光波長を短くして、且つ焦点深度 δ を広くする方法として、例えば下記特許文献 1 に開示されている液没法が提案されている。この液没法は、投影光学系の下面と基板表面との間に水や有機溶媒等の液体を満たして液没領域を形成し、液体中での露光の波長が空気中の 1/α (α は液体の屈折率で通常 1.2～1.6 程度) になることを利用して解像度を向上するとともに、焦点深度を約 α 倍に拡大するというものである。

【0004】

【特許文献 1】

国際公開第 99/49504 号パンフレット

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

露光装置においては、基板の露光中にフォカス検出系より基板表面に検出光を放射し、その反射光を受光することによって基板表面と基板との間に液没領域が形成されるが、液没領域において液没領域の両側においては液没領域の両側に液没領域が形成されるが、液没領域の両側の液体の中には光線が大きく屈折率変化しやすいため、屈折率変化の影響を受け、検出光が通過すると、その液体の屈折率変化に基づく屈折率変化の影響

を受けて基板表面の面位置が正確に検出できなくなる可能性がある。液浸領域の外周の基板表面に検出光を照射することでも考えられるが、投影領域の面位置情報を精度良く検出するためには投影領域の近傍に検出光を照射することが好ましい。液体の屈折率を測定を行うことにより検出光が液体中に透過しても基板表面の位置検出を精度良く行うことができるが、強度管理のために強度検出が複雑化する。

[0006] 液浸領域の液体は露光光の照射により温度変化（温度上昇）するが、例えば基板に電熱のシヨット領域を設けこれら液浸領域のそれぞれを順次露光する際、ある1つのシヨット領域の露光に用いる液体が基板の上に残存している、次のシヨット領域を露光するときに用いる液体が前記温度上昇した液体の影響を受けて液体の屈折率が変動し、パターン像の像に歪みを生ずる可能性がある。この場合、次のシヨット領域では露光量にパターンの歪みを生ずる可能性がある。

[0007] 本発明はこのような事情に起因してなされたものであって、投影光学系と基板との間に液浸領域を形成した状態で露光処理する際、液体の温度変化に起因するパターン歪み等の低下を抑制できる露光装置及びデバイス製造方法を提案することを目的とする。また本発明は、液浸露光を行う場合にも、投影領域の近傍に検出光を照射して基板表面位置を精度良く検出できる露光装置及びデバイス製造方法を提案することを目的とする。

[0008] 課題を解決するための手段 本発明は図1～図18に対応付けした以下の課題を解決するための手段である。

本発明の露光装置（EX）は、投影光学系（PL）の投影領域（AR1）を含む基板（P）上の一部に液浸領域（AR2）を形成し、投影光学系（PL）と基板（P）との間の液体（1）及び投影光学系（PL）を介してパターン像を基板（P）上に投影し、基板（P）の液浸領域（AR1）に対して基板（P）を所定の走査方向（X）に移動することによって基板（P）上の液浸領域（AR2）を形成するために、液浸領域（AR1）の液体（1）を供給する液体供給機構（10）と、液体（1）の供給と並行して基板（P）上の液体（1）の回収を行う液体回収機構（20）とを備え、液体回収機構（20）は、液浸領域（AR1）に対して走査方向（X）と交差する非走査方向（Y）に随って配置された、非走査方向（Y）に延びる液体回収口（33A、34A）を有することを特徴とする。

[0009] 本発明によれば、投影光学系の先端付近の側面を伝って基板の上に液体を供給するようにし、液浸領域を小さくすることができる。したがって、基板の面位置情報を検出するための検出光を液浸領域以外の空間（例えば空気中）を通過させつつ投影領域の近傍に照射することができる。このように、検出光は温度変化しや液体の面位置情報を検出する上、投影領域の近傍に照射される場合であるので、液体の温度変化の影響を受けずに基板の面位置情報を精度良く検出することができ、高いパターン転写精度を得ることができ、また、液浸領域を小さくすることができ、高いパターン転写精度を減少させることができる。これにより液体使用量を抑えることができるとともに、液体の基板（レジスト）表面に対する影響（レジスト剥離など）を最小限に抑えることができる。また、基板に配置される液体量を少なくすることができ、これにより液体の気化による基板の面位置の変化（温度）の減少を少なくすることができ、これにより投影光学系の検出光の光路上の屈折率変化が生じる可能性を抑制して所望のパターンの転写精度を得ることができる。

[0010] 本発明の露光装置（EX）は、投影光学系（PL）の投影領域（AR1）を含む基板（P）上の一部に液浸領域（AR2）を形成し、投影光学系（PL）と基板（P）との間の液体（1）及び投影光学系（PL）を介してパターン像を基板（P）上に投影し、基板（P）の液浸領域（AR1）に対して基板（P）を所定の走査方向（X）に移動することによって基板（P）上の液浸領域（AR2）を形成するために、液浸領域（AR1）の液体（1）を供給する液体供給機構（10）と、液体（1）の供給と並行して基板（P）上の液体（1）の回収を行う液体回収機構（20）とを備え、液体回収機構（20）は、液浸領域（AR1）に対して走査方向（X）と交差する非走査方向（Y）に随って配置された、非走査方向（Y）に延びる液体回収口（33A、34A）を有することを特徴とする。

基板を露光するときに投影領域（AR1）に入らないように基板（P）上の液体（1）を回収する液体回収機構（20）とを備えたことを特徴とする。

[0011] 本発明によれば、基板の上の液浸領域のシヨット領域を順次露光する際、第1シヨット領域を露光するときに液浸領域の近傍に検出光を照射することでも考えられるが、投影領域の面位置情報を精度良く検出するためには投影領域の近傍に検出光を照射することが好ましい。液体の屈折率を測定を行うことにより検出光が液体中に透過しても基板表面の位置検出を精度良く行うことができるが、強度管理のために強度検出が複雑化する。

[0012] 本発明の露光装置（EX）は、投影光学系（PL）の投影領域（AR1）を含む基板（P）上の一部に液浸領域（AR2）を形成し、投影光学系（PL）と基板（P）との間の液体（1）及び投影光学系（PL）を介してパターン像を基板（P）上に投影し、基板（P）の液浸領域（AR1）に対して基板（P）を所定の走査方向（X）に移動することによって基板（P）上の液浸領域（AR2）を形成するために、液浸領域（AR1）の液体（1）を供給する液体供給機構（10）と、液体（1）の供給と並行して基板（P）上の液体（1）の回収を行う液体回収機構（20）とを備え、液体回収機構（20）は、液浸領域（AR1）に対して走査方向（X）と交差する非走査方向（Y）に随って配置された、非走査方向（Y）に延びる液体回収口（33A、34A）を有することを特徴とする。

[0013] 本発明によれば、投影光学系の先端付近の側面を伝って基板の上に液体を供給するようにし、液浸領域を小さくすることができる。したがって、基板の面位置情報を検出するための検出光を液浸領域以外の空間（例えば空気中）を通過させつつ投影領域の近傍に照射することができる。このように、検出光は温度変化しや液体の面位置情報を検出する上、投影領域の近傍に照射される場合であるので、液体の温度変化の影響を受けずに基板の面位置情報を精度良く検出することができ、高いパターン転写精度を得ることができ、また、液浸領域を小さくすることができ、高いパターン転写精度を減少させることができる。これにより液体使用量を抑えることができるとともに、液体の基板（レジスト）表面に対する影響（レジスト剥離など）を最小限に抑えることができる。また、基板に配置される液体量を少なくすることができ、これにより液体の気化による基板の面位置の変化（温度）の減少を少なくすることができ、これにより投影光学系の検出光の光路上の屈折率変化が生じる可能性を抑制して所望のパターンの転写精度を得ることができる。

[0014] 本発明の露光装置（EX）は、投影光学系（PL）の投影領域（AR1）を含む基板（P）上の一部に液浸領域（AR2）を形成し、投影光学系（PL）と基板（P）との間の液体（1）及び投影光学系（PL）を介してパターン像を基板（P）上に投影し、基板（P）の液浸領域（AR1）に対して基板（P）を所定の走査方向（X）に移動することによって基板（P）上の液浸領域（AR2）を形成するために、液浸領域（AR1）の液体（1）を供給する液体供給機構（10）と、液体（1）の供給と並行して基板（P）上の液体（1）の回収を行う液体回収機構（20）とを備え、液体回収機構（20）は、液浸領域（AR1）に対して走査方向（X）と交差する非走査方向（Y）に随って配置された、非走査方向（Y）に延びる液体回収口（33A、34A）を有することを特徴とする。

[0015] 本発明によれば、投影光学系の先端付近の側面を伝って基板の上に液体を供給するようにし、液浸領域を小さくすることができる。したがって、基板の面位置情報を検出するための検出光を液浸領域以外の空間（例えば空気中）を通過させつつ投影領域の近傍に照射することができる。このように、検出光は温度変化しや液体の面位置情報を検出する上、投影領域の近傍に照射される場合であるので、液体の温度変化の影響を受けずに基板の面位置情報を精度良く検出することができ、高いパターン転写精度を得ることができ、また、液浸領域を小さくすることができ、高いパターン転写精度を減少させることができる。これにより液体使用量を抑えることができるとともに、液体の基板（レジスト）表面に対する影響（レジスト剥離など）を最小限に抑えることができる。また、基板に配置される液体量を少なくすることができ、これにより液体の気化による基板の面位置の変化（温度）の減少を少なくすることができ、これにより投影光学系の検出光の光路上の屈折率変化が生じる可能性を抑制して所望のパターンの転写精度を得ることができる。



一ジPSTに支持されている基板Pの位置決めを行う。また、露光装置EXは、基板ステージPSTに支持されている基板P表面の面位置情報を検出するためのフォーカス検出系60(図3参照)を備えている。基板ステージPST上の基板PのZ軸方向の位置情報、及びθX、θY方向の位置情報はフォーカス検出系60によりリアルタイムで検出され、検出結果は制御装置CONTに出力される。制御装置CONTはフォーカス検出系60の検出結果に基づいて基板ステージ駆動装置PSTDを駆動することで基板ステージPSTに支持されている基板Pの位置制御(露光制御)を行う。

[0026] また、基板ステージPST(Zステージ52)上には、基板Pを囲むように補助プレート57が設けられている。補助プレート57は基板ホルダに保持された基板Pの表面とほぼ同じ高さの平面を有している。ここで、基板Pのエッジと補助プレート57との間には1〜2mm程度の隙間があるが、液体1の表面張力によりその隙間に液体1が流れ込むことはほとんどなく、基板Pの底縁近側を露光する場合にも、補助プレート57により露光光系PPLの下に液体1を保持することができる。

[0027] 図2は液体供給機構10及び液体回収機構20を示す概略構成図である。図2において、液体供給機構10は液浸領域AR2を形成するために所定の液体1を基板P上に供給するものであって、液体1を供給可能な第1液体供給部11及び第2液体供給部12と、その一端部を第1液体供給部11に接続した流路を有する供給管11Aと、その一端部を第2液体供給部12に接続した流路を有する供給管12Aと、露光光系PPLの先端部付近の一方(−X側)の側面3とガイド板4との間に形成され、液体1を流通可能な第1流路13と、他方(+X側)の側面3とガイド板4との間に形成され、液体1を流通可能な第2流路14とを備えている。第1、第2流路13、14は、上端開口部である入口部13A、14A及び下端開口部である出口部13B、14Bをそれぞれ備えている。そして、供給管11Aの他端部が第1流路13の入口部13Aに接続され、供給管12Aの他端部が第2流路14の入口部14Aに接続されている。また、第1、第2流路13、14それぞれれの出口部13B、14Bは基板Pの表面に近接して配置されている。第1、第2流路13、14は、第1、第2液体供給部11、12のそれぞれから送出され、供給管11A、12Aを通過した液体1を入口部13A、14Bより入れ、出口部13B、14Bから出すことで、液体1を基板P上に供給し、すなわち、液体供給機構10は、露光光系PPLの先端部の側面3を囲って基板P上に液体1を供給し、更に具体的に、側面3、3とガイド板4、4との間に形成された第1、第2流路13、14に液体1を流し、基板P上に液体1を供給する。ここで、第1、第2流路13、14それぞれれの出口部13B、14Bは基板Pの面方向において互いに異なる位置に設けられている。具体的には、出口部13Bは露光領域AR1に対して左方向(−X側)に設けられ、出口部14Bは露光領域AR1の右側(+X側)に設けられている。液体供給機構10は、第1、第2液体供給部11、12を駆動することにより、第1、第2流路13、14の出口部13B、14Bを介して、左方向と平行な方向であるX軸方向に、露光領域AR1の両側に液体1の供給を同時にすることができるようになっている。

[0028] 第1、第2液体供給部11、12のそれぞれは、液体1を収容するタンク、及び加圧ポンプ等を備えている。第1、第2液体供給部11、12の液体供給動作は制御装置CONTにより制御され、制御装置CONTは第1、第2液体供給部11、12による基板P上に流す単位時間あたりの液体供給量をそれぞれ独立して制御可能である。

[0029] 本実施形態において、液体1には水が用いられる。水はA<sub>r</sub>Fエキシマレーザ光のみならず、例えば水銀ランプから射出される紫外線の(g線、h線、i線)及びKr<sub>2</sub>Fエキシマレーザ光(波長248nm)等の露光外光(DUV光)も透過可能である。

[0030] また、液体供給機構10のうち、流路13、14を構成する露光光系PPLの側面3には

、液体1との親和性を高める親液処理(親水化処理)が施されている。本実施形態において、液体1は水であるため、側面3には水との親和性に応じた表面処理が施されている。流路13、14を構成する側面3に親液処理を施すことにより、液体1は円滑に流通される。

[0031] 側面3に対する表面処理は液体1の極性に応じて行われる。本実施形態における液体1は極性の大きい水であるため、側面3に対する親水化処理として、例えばアルコニルなど極性の大きい分子構造の物質で薄膜を形成することで、この側面3に対して親水性を付与する。あるいは、側面3に対して、例えば処理ガスとして酸素(O<sub>2</sub>)を用いてプラズマ処理する。O<sub>2</sub>プラズマ処理を施すことによって親水性を付与することができる。このように、液体1として水を用いる場合には側面3にOH基など極性の大きい分子構造を持ったものを表面に配置させる処理が望ましい。ここで、表面処理のための処理は液体1に対して非溶解性の材料により形成される。また、親液化処理は、使用する液体1の材料特性に応じてその処理条件を適宜変更される。

[0032] なお、親液化処理は露光光系PPLの側面3のみならず、流路13、14を構成するガイド板4に対しても親液化処理を施すことが可能である。

[0033] 図3は液体供給機構10及び液体回収機構20の概略構成を示す斜視図である。図3に示すように、ガイド板4は断面図二文字状に形成されており側面3に接続されている。そして、側面3とガイド板4との間にスリット状の流路13、14が設けられている。なお、流路13、14それぞれれのY軸方向両端は断面図二文字状に形成されたガイド板4の側面により閉塞されている。流路13、14を流れた液体1はY軸方向に設けられた出口部13B、14Bから露光領域P上に供給される。また、出口部13Bと出口部14BとのX軸方向における間隔は、露光光系PPLの先端部のX軸方向における大きさを、ひいては露光領域AR1のX軸方向における大きさとほぼ同じに設定されている。なお、図3において、光学系2の上面は球面状に形成されている。また図3においては、簡便のために、光学系2はXZ平面と平行な二つの側面を有する形状となっているが、この二つの側面は実際にはXZ平面に対して傾斜した平面、又は曲面である。

[0034] また、図3に示すように、露光装置EXは基板P表面の面位置情報を検出するためのフォーカス検出系60を備えている。フォーカス検出系60は、露光領域AR1に対して左方向(−X側)の所定領域(以下、適宜「第1AF領域」と称する)A1において面位置情報を検出する第1検出系61と、他方側(+X側)の所定領域(以下、適宜「第2AF領域」と称する)A2において面位置情報を検出する第2検出系62とを備えている。本実施形態のフォーカス検出系60(61、62)は所謂斜入射方式のフォーカス検出系であって、第1検出系61は、第1AF領域AR1に検出光を供給する露光部61Aと、第1AF領域AR1で反射した反射光を受光する受光部61Bとを備えている。一方、第2検出系62は、第2AF領域AR2に検出光を供給する露光部62Aと、第2AF領域AR2で反射した反射光を受光する受光部62Bとを備えている。ここで、露光部61Aと受光部61BとはY軸方向に沿って配置されており、検出光及びその反射光は露光領域Pの非左方向であるY軸方向に沿って配置されており、検出光及びその反射光は露光領域Pの非右方向であるY軸方向に沿って配置されており、検出光及びその反射光は露光領域Pの非左方向であるY軸方向に沿って配置されており、検出光及びその反射光は露光領域Pの非右方向であるY軸方向に沿って配置されている。

[0035] なお、図3においては、フォーカス検出系60の露光部61Aからの検出光は、第1AF領域AR1内において、左方向(X方向)に沿って3箇所(図3に示す)に照射されているが、非左方向(Y方向)に沿った複数箇所に照射してもよいし、二次元的な露光領域に照射するようにしてもよい。また1点に照射するようにしてもよい。また、露光部や受光部の位置も図3の位置に限られない。

【0036】

フォーカス検出系60による基板Pの面位置情報検出結果は制御装置CONTに出力され、制御装置CONTはフォーカス検出系60の後出結果に基づいて、基板ステージ駆動装置PSTDを介して基板ステージPST上の基板Pの位置及び姿勢を制御することで、投影光学系PLのパターン像が形成される像面と基板P表面との位置関係を調整する。

【0037】

図2及び図3に示すように、基板P上の液体1を回収する液体回収機構20は、第1～第4液体回収部21～24（図2）は第4液体回収部は図示されていない）と、これら液体回収部21～24のそれぞれに流路を有する回収管21A～24Aを介して接続され、基板Pの表面に近接して配置された第1～第4液体回収部材31～34とを備えている。第1～第4液体回収部材31～34のそれぞれは基板P側に向けた第1～第4液体回収口31A～34Aを有している。液体回収部21～24は真鍮ポンプ等の吸引装置、及び回収した液体1を収容するタンク等を備えており、基板P上の液体1を液体回収部材31～34及び回収管21A～24Aを介して回収する。第1～第4液体回収部21～24の液体回収動作は制御装置CONTによりそれぞれ独立して制御され、制御装置CONTは第1～第4液体回収部21～24による単位時間あたりの液体回収量をそれぞれ独立して制御可能である。

【0038】

図4は第1～第4液体回収部材31～34の第1～第4液体回収口31A～34Aと、投影領域AR1及び第1、第2AF領域AF1、AF2との位置関係を模式的に示す平面図である。図4に示すように、投影光学系PLの投影領域AR1はY軸方向（非走査方向）を受手方向とする矩形状に設定されている。また、図4には図示していないが、上述したように液体供給機構10の出口部13B、14BのそれぞれはY軸方向に延びるスリット状であり、出口部13B、14BのX軸方向における間隔は投影領域AR1とはほぼ同じ大きさで設定されているので、液体1が満たされる液受領域AR2は投影領域AR1を含むように基板P上の一部に形成される。

【0039】

第1～第4液体回収口31A～34Aのそれぞれは、Y軸方向（非走査方向）に延びるように矩形状に設けられ、Y軸方向に開口する所定の長さ（第1～第4液体回収口31A～34AのそれぞれはY軸方向における長さは投影領域AR1より長く形成されている。更に好ましくは、液受領域AR2のY軸方向における長さ（出口部13B、14BのY軸方向における長さ）より長く形成されている。第1、第2液体回収口31A、32AはX軸方向（走査方向）に関して投影領域AR1の両側に配置され、この投影領域AR1に対して傾いた位置に設けられている。第3、第4液体回収口33A、34AはX軸方向と交差するY軸方向（非走査方向）に関して投影領域AR1の両側に配置され、この投影領域AR1に対して傾いた位置に設けられている。具体的には、第1液体回収口31Aは投影領域AR1に対して傾いた位置（-X側）に設けられ、第2液体回収口32Aは投影領域AR1に対して傾いた位置（+X側）に設けられ、第3液体回収口33AはY軸方向（-Y側）に設けられ、第4液体回収口34AはY軸方向（+Y側）に設けられている。

【0040】

液体回収機構20は、液体回収部21～24を駆動することにより、液体回収口31A～34Aを介して基板P上の液体1を回収する。すなわち、液体回収口31A～34Aの位置が基板P上の液体1の回収を行う回収位置である。液体回収機構20は、第1、第2液体回収部21、22を駆動することにより、投影領域AR1に対してX軸方向に傾いた回収位置で、基板P上の液体1の回収を行うことができる。また、液体回収機構20は、第3、第4液体回収部23、24を駆動することにより、投影領域AR1に対してY軸方向に傾いた回収位置で、基板P上の液体1の回収を行うことができる。

【0041】

図4に示すように、第1AF領域AF1は投影領域AR1と第1液体回収口31Aとの間に設定され、第2AF領域AF2は投影領域AR1と第2液体回収口32Aとの間に設定

されている。すなわち、本装置形態において、フォーカス検出系60（第1、第2検出系61、62）は、第1、第2液体回収口31A、32Aによる液体回収位置のそれぞれと投影領域AR1との間で、基板Pの面位置情報を検出を行うようになっている。

【0042】

面位置情報検出時に用いられる第1、第2AF領域AF1、AF2には液体1が配置されないようになっている。すなわち、基板Pの面位置情報検出時に用いられるAF領域AF1、AF2はどちらか一方が非液受領域となっている。

【0043】

投影領域AR1に対してY軸方向両側に設けられた第3、第4液体回収部材33、34はY軸方向を受手方向とし、投影領域AR1に対してY軸方向に沿って延びるように設けられ、しからそのX軸方向の端は投影領域AR1の端とはほぼ同じに設けられているので、Y軸方向に沿う流路を有し、第1、第2AF領域AF1、AF2に設けられる検出光及びその反射光は液体回収部材31～34によりその流路を覆うようにになっている。

【0044】

ここで、液体供給機構10及び液体回収機構20を構成する各部材のうち少なくとも液体1が流過する部材は、例えばポリフッ化エチレン等の全成樹脂により形成されている。これにより、液体1に不純物が含まれることを抑制できる。

【0045】

次に、上述した露光装置EXを用いてマスクMのパターン像を基板Pに露光する方法について説明する。

ここで、本装置形態における露光装置EXは、マスクMと基板PとをX軸方向（走査方向）に移動しながらマスクMのパターン像を基板Pに投影露光するものであって、走査露光時には、液受領域AR2の液体1及び投影光学系PLを介してマスクMの一部のパターン像が投影領域AR1内に投影され、マスクMが-X方向（又は+X方向）に速度Vで移動するのと同様に、基板Pが投影領域AR1に対して+X方向（又は-X方向）に速度β・V（βは投影倍率）で移動する。そして、図5の平面図に示すように、基板P上には複数のショット領域S1～S12が設定されており、1つのショット領域への露光終了後に、基板Pのステッピング機構によって次のショット領域へが走査開始位置に移動し、以下、ステップ・アンド・スキャン方式で基板Pを移動しながら各ショット領域に対する走査露光処理が順次行われる。なお、本装置形態では、制御装置CONTは、投影光学系PLの光軸AXが図5の符号矢印58に沿って進むようにレーザ干渉計56の出力をモニタしつつXYステージ53を移動するものとする。

【0046】

まず、マスクMがマスクステージMSTにロードされるとともに、基板Pが基板ステージPSTにロードされ、走査露光処理を行う際に、制御装置CONTは液体供給機構10を駆動し、基板P上に対する液体供給動作を開始する。液受領域AR2を形成するために液体供給機構10の第1、第2液体供給部11、12のそれぞれから供給された液体1は、供給管11A、12Aを流過した後、第1、第2流路13、14を介して基板P上に供給され、投影光学系PLと基板Pとの間に液受領域AR2を形成する。ここで、供給管11A、12Aを流過した液体1はスリット状に形成された第1、第2流路13、14の端方向に延び、出口部13B、14Bより基板P上の広い範囲に供給される。第1、第2流路13、14の出口部13B、14Bから基板P上に供給された液体1は、投影光学系PLの先端部（光学系P2）の下端面と基板Pとの間に流れ広がるように供給され、投影領域AR1を含む基板Pの一部に液受領域AR2を形成する。このとき、制御装置CONTは、液体供給機構10のうち投影領域AR1のX軸方向（走査方向）両側に配置された第1、第2流路13、14の出口部13B、14Bのそれぞれより、液受領域AR1の両側から基板P上への液体1の供給を同時に行う。

【0047】

本装置形態において、投影領域AR1の走査方向両側から基板Pに対して液体1を供給する際、制御装置CONTは、液体供給機構10の第1、第2液体供給部11、12の液体

供給動作を制御し、基板P上の1つのショット領域の走査露光中に、走査方向に隣して投影領域AR1の一方側から供給する液体量(単位時間あたりの液体供給量)を、他方側から供給する液体量と異ならせる。具体的には、制御装置CONTは、走査方向に隣して投影領域AR1の手前から供給する単位時間あたりの液体供給量を、その反対側で供給する液体供給量よりも多く設定する。

[0048]

例えば、基板Pを+X方向に移動しつつ露光処理する場合、制御装置CONTは、投影領域AR1に対して-X側(すなわち第1液体供給部11)からの液体量を、+X側(すなわち第2液体供給部12)からの液体量より多くし、一方、基板Pを-X方向に移動しつつ露光処理する場合、投影領域AR1に対して+X側からの液体量を、-X側からの液体量より多くする。このように、制御装置CONTは、基板Pの移動方向に応じて、第1、第2液体供給部11、12それぞれ単位時間あたりの液体供給量を要える。

[0049]

また、制御装置CONTは、液体供給機構10の駆動と並行して、液体回収機構20の第1〜第4液体回収部21〜24を駆動し、基板P上の液体1の回収動作を可能状態とする。制御装置CONTは、液体供給機構10及び液体回収機構20により基板Pの表面に対する液体1の供給と並行して基板P上の液体1の回収を行い、基板Pを支持する基板ステージPSTをX軸方向(走査方向)に移動しながら、マスクMのパターン像を投影光学系PLと基板Pとの間の液体1に移動しながら、マスクMのパターン像を投影光学系PLと基板Pとの間の液体1及び投影光学系PLを介して投影領域AR1に投影露光する。このとき、液体供給機構10は走査方向に隣して投影領域AR1の両側から第1、第2流路13、14を介して液体1の供給を同時に行っている。液体回収機構AR2は均一且つ良好に形成されている。

[0050]

図6は、基板Pを-X方向に移動しながら基板P上に設定された第1のショット領域(例えば図5のS2、S4など)を露光処理する際の液体1の挙動を示す様式図である。図6において、投影光学系PLと基板Pとの間の空間に対して流路13、14から液体1が同時に供給され、これにより投影領域AR1を含むように液没領域AR2が形成される。ここで、投影領域AR1に対して+X側に設けられている流路14から供給される液体1の単位時間あたりの液体量が、-X側に設けられている流路13から供給される液体1の単位時間あたりの液体量より多く設定されており、流路14から供給された液体1は-X方向に移動する基板Pに引っ張られていく。

[0051]

基板Pを-X方向に移動しながら第1のショット領域を露光する際、基板Pの面位情報報を outputs するために、投影領域AR1に対して+X側の第2AF領域AF2が用いられる。これにより、投影領域AR1には第2AF領域AF2を通過し、面位情報報を抽出された基板P上の所定領域が配置される。制御装置CONTは、フォーカス検出系60のうち第2検出系62の検出部62Aより第2AF領域AF2に対して検出光を投射し、この反射光の受光部62Bでの受光結果に基づいて基板Pの面位情報報を抽出し、この面位情報報を抽出結果に基づいて基板ステージPSTを介して基板Pの位置及び姿勢を制御しつつ投影領域AR1内にパターン像を投影する。

[0052]

ここで、液没領域AR2の液体1は基板Pの-X方向への移動に伴って-X側に引っ張られ、図6に示すように-X側に尾を引くように流れる。このとき、第2AF領域AF2には液体1が配置されず、第1AF領域AF1を良好に非液没領域とすることができ、一方、図6に示すように、第1AF領域AF1の一部に液没領域AR2が形成される場合があるが、この場合、第1AF領域AF1は面位情報報抽出に用いられず、上述したように、制御装置CONTは第2AF領域AF2を用いて面位情報報抽出を行っている。基板Pの面位情報報を良好に抽出できる。

[0053]

第1のショット領域に対する露光が終了したら、制御装置CONTは、液体供給機構10による液体供給動作を停止するとともに、前記第1のショット領域とは別の第2のショット領域(例えば図5のS3、S5など)を露光するために、基板Pをステッピング移動させる。具体的には、例えばショット領域S2に対する走査露光処理終了後、このショット領域S2に対してY軸方向に近接したショット領域S3に対して走査露光処理を行うために、制御装置CONTは基板P上の2つのショット領域S2、S3間でY軸方向にステッピング移動する。

[0054]

図7は、基板Pを-Y方向にステッピング移動する際の液体1の挙動を示す様式図である。ここで、第1のショット領域に対する露光中、及びステッピング移動中に基板P上の液体1のうち一部は投影領域AR1に対して走査方向に隣れた位置に設けられた第1液体回収部31A等を介して回収されるが、残りの一部は第1液体回収部31Aに回収されず、基板P上に残存状態となる。したがって、ステッピング移動中に、図7に示すように、基板Pでは液体1を配置した状態が生じる。

[0055]

そして、基板Pが-Y方向にステッピング移動することにより、基板P上に残存した液体1は第3液体回収部33Aに到達する。これにより、液体回収機構20は、第1のショット領域の露光終了後の基板Pのステッピング移動中に、第1のショット領域の露光のとき、に設けられた液体1の回収を第3液体回収部33Aを介して行うことができる。そして、ここで、第1のショット領域(例えばS2)と第2のショット領域(例えばS3)とはY軸方向に近接しており、液体回収機構20は投影領域AR1に対してY軸方向に隣れた第3液体回収部33Aによる回収位置で基板P上の液体1の回収を行う構成となっている。これにより、基板P上に残存する液体1を無くす、もしくは少なくでき、残存する液体1の気化による基板Pの温度変動等の不都合の発生を抑えることができる。

[0056]

図8は、基板Pを+X方向に移動しながら基板P上に設定された第2のショット領域(例えば図5のS3、S5など)を露光処理する際の液体1の挙動を示す様式図である。図8において、投影光学系PLと基板Pとの間の空間に対して流路13、14から液体1が同時に供給され、これにより液没領域AR1を含むように液没領域AR2が形成される。ここで、投影領域AR1に対して-X側に設けられている流路13から供給される液体1の単位時間あたりの液体量が、+X側に設けられている流路14から供給される液体1は+X方向に移動する基板Pに引っ張られていく。投影領域AR1と基板Pとの間の空間に行情に配置される。

[0057]

基板Pを+X方向に移動しながら第2のショット領域を露光する際、基板Pの面位情報報を outputs するために、投影領域AR1に対して-X側の第1AF領域AF1が用いられる。これにより、投影領域AR1には第1AF領域AF1を通過し、面位情報報を抽出された基板P上の所定領域が配置される。制御装置CONTは、フォーカス検出系60のうち第1検出系61の検出部61Aより第1AF領域AF1に対して検出光を投射し、この反射光の受光部61Bでの受光結果に基づいて基板Pの面位情報報を抽出し、この面位情報報を抽出結果に基づいて基板ステージPSTを介して基板Pの位置及び姿勢を制御しつつ投影領域AR1内にパターン像を投影する。

[0058]

ここで、液没領域AR2の液体1は基板Pの+X方向への移動に伴って+X側に引っ張られ、図8に示すように+X側に尾を引くように流れる。このとき、第1AF領域AF1には液体1が配置されず、第1AF領域AF1を良好に非液没領域とすることができ、一方、図8に示すように、第2AF領域AF2の一部に液没領域AR2が形成される場合があるが、この場合、第2AF領域AF2は面位情報報抽出に用いられず、上述したように、制御装置CONTは第1AF領域AF1を用いて面位情報報抽出を行っている。





、液体供給機構10は、基板Pのステッピング移動中での単位時間あたりの液体供給量を、ショット領域の定速露光中の液体供給量より低減する。これにより、露光処理に寄与しないステッピング移動中での基板Pに対する液体供給量が抑えられ、露光処理全体における液体使用量を抑えることができる。このように、液体供給機構10は基板Pの移動動作（ステッピング移動又は走査移動）に応じて第1、第2液体供給部11、12それぞれの単位時間あたりの液体供給量を減らすようにしてもよい。

【0069】  
また、本実施形態においては、液体回収機構20により第1ショット領域の露光中に使われた液体が、次の第2ショット領域の露光中に投影領域AR1に入らないように液体回収を行っているが、液体回収機構20の液体回収をより円滑に行われ、基板Pのステッピング移動中の移動経路を工夫するようにしてもよい。例えば、第1ショット領域の露光終了後に、液体回収機構20の液体回収の位置に向かって基板Pを移動したり、基板Pのステッピング中の移動距離や移動時間を長くすればよい。また、第1ショット領域の露光終了後に液体供給機構10から液体の供給を減らして、第1ショット領域の露光中に使われた液体を投影領域AR1から押し出す（減らせる）ようにしてもよい。このとき、液体の供給量や供給位置を調整するようにしてもよい。

【0070】  
なお、本実施形態では投影領域AR1の走査方向両側から液体1を供給する際、走査方向に照して手前から供給する液体量をその反対側で供給する液体量よりも多くしているが、投影領域AR1の両側から同量の液体1を同時に供給するようにしてもよい。これにより、投影光学系PLの先端側面3、3に追加する力を均等にすることができ、良好なパターン像の投影が期待できる。一方、液体1を供給し続けながら、走査方向に応じて投影領域AR1の走査方向両側から供給する液体量を変化させることにより、液体1の使用量を抑えることができる。

【0071】  
なお、本実施形態では、液体供給機構10は第1、第2流路13、14のそれぞれそれぞれ液体1を同時に供給しているが、例えば、基板Pを+X側に走査移動する際には第2流路14からの液体供給を停止して第1流路13のみから液体1を供給し、基板Pを-X側に走査移動する際には第1流路13からの液体供給を停止して第2流路14のみから液体1を供給する構成であってもよい。

【0072】  
なお、本実施形態では投影光学系PLの先端部の側面3に沿うようにガイド板4を取り付けているが、このガイド板4は無くてもよい。側面3を液体1で保たせられ、液体供給部及び供給管から側面3に供給された液体1は側面3で保持され、この側面3をなっている基板P上の投影領域AR1の近傍に供給可能である。一方、ガイド板4を設けることにより、例えば用いる液体1を変更したことにより側面3の親液性が十分でなく、側面3が液体1を保持できない状態が生じても、側面3を伝っている途中の液体1が基板P上に落下するのを防止できる。したがって、落下した液体1に起因する露光ムラの発生や基板Pのレジストへの影響を抑制できる。また、ガイド板4を設けることにより側面3を親液化処理しなくとも液体1を基板P上の投影領域AR1の近傍に円滑に供給することができる。

【0073】  
なお、本実施形態では、第1、第2流路13、14を構成する側面3やガイド板4に対して親液化処理を施すように説明したが、液体回収機構20のうち液体1が流れる流路の表面に対しては親液化処理を施すことができる。特に、液体回収機構20の液体回収部材に親液化処理を施しておくことにより液体回収を円滑に行うことができる。あるいは、液体1が投影領域AR1の先端面に投影領域AR1の先端面に対して親液化処理を施すことができる。なお、投影光学系PLの先端面に保護膜を形成する場合、露光光E1の光路上に配置されるものであるため、露光光E1に対して透過性を有する材料で形成され、その保護膜も露光光E1を透過可能な程度に設定される。

【0074】

なお基板Pの表面にも液体1との親和性に合わせて表面処理を施してもよい。

【0075】  
なお、表面処理のための薄膜は半導体であってもよい薄膜の層からなる膜であってもよい。また、その形成材料も、金属、金属化合物、及び有機物など、所望の性能を奏する材料であれば任意の材料を用いることができる。

【0076】  
なお、本実施形態では、第1、第2流路13、14のそれぞれについて第1、第2液体供給部が設けられているように説明したが、液体供給部を1つとし、この1つの液体供給部に供給管11A、12Aを接続するようにしてもよい。この場合、供給管11A、12Aのそれぞれに弁を設け、弁の開閉を調整することにより、第2流路13、14から基板Pへの液体供給量を互いに異なる値に調整することができ、同様、本実施形態では、液体回収部31～34のそれぞれについて液体回収部21～24が設けられているが、液体回収部を1つとし、この1つの液体回収部と複数の液体回収部材とを回収管で接続する構成であってもよい。

【0077】  
なお、本実施形態では、投影光学系PLの側面3（流路13、14）は走査方向両側に設けられているように説明したが非走査方向に設けられていてもよい。

【0078】  
なお、液体供給部11、12や、液体回収部21、22は、投影光学系PL及びこの投影光学系PLを支持する支持部材以外の部材で支持されることが好ましい。これにより、液体の供給や回収に伴うポンプ等の動作によって発生した振動が投影光学系PLに伝達することを防ぐことができる。

【0079】  
以下、本発明の他の実施形態について説明する。ここで、以下の説明において、上述した実施形態と同一又は同等の構成部分については同一の符号を付し、その説明を簡略もしくは省略する。

図10は液体回収機構の液体回収口の他の配置例を示す模式図である。図10に示すように、投影領域AR1に対してY軸方向両側には、Y軸に平行して傾斜した液体回収口33B、33C、及び液体回収口34B、34Cがそれぞれ設けられている。ここで、液体回収口33B、33C、34B、34Cを有する液体回収部材はフォーカス取出系の射出光の光路を遮らない位置に設けられている。このように、投影領域AR1に対してY軸方向に設けられる液体回収口は、投影領域AR1と平行且つ並んで設けられる必要はなく、投影領域AR1に対して傾斜した位置に設けられていてもよい。液体回収口を投影領域AR1に對して傾斜した位置に設けたり傾斜して設けることにより、例えば、第1のショット領域の露光終了後の基板Pのステッピング移動中に、第1のショット領域の露光のときに使われた液体1の回収をより効率的に行うことができる。つまり、液体回収口33A（34A）がその走査方向をY軸方向に一致させ、且つ投影領域AR1に並んで配置されていると、図7等を参照して説明したが、図10に示すように、基板P上の液体1を全部回収しきれない場合が生じるが、図10に示すように、液体回収口をY軸に平行して傾斜するように設けることにより、ステッピング移動中において第1のショット領域の露光に使われた基板P上の液体1を全部回収することができる。

【0080】  
図11及び図12は液体回収口の他の実施形態を示す図である。図11に示すように、複数の液体回収口（液体回収部材）31D...、32D...、33D...、34D...を断続的に配置する構成であってもよい。また、図12に示すように、液体回収口（液体回収部材）は、投影領域AR1及びAF領域AF1、AF2を囲む形状であってもよい。図12に示す液体回収口31Kは投影領域AR1及びAF領域AF1、AF2を囲むように平面視で形状に形成されているが、矩形状以外（例えば円形）であってもよい。液体回収口を投影領域AR1及びAF領域AF1、AF2を囲むように設けることにより、液体回収を確実に行うことができる。なおこの場合、液体回収口を構成する液体回収部材はフォーカス

図13に示すように、側面3に対して表面粗大処理、具体的には粗面処理

【0081】

上記実施形態では、投影光学系PLの側面3はフラット面（断面視線状）であるように説明したが、図13に示すように、側面3に対して表面粗大処理、具体的には粗面処理を施してもよい。粗面処理することにより側面3の表面積が拡大し、液体1をより一層良好に保持可能となるため、ガイド板4を設けなくても液体1を基板P上に円滑に供給することができ、

また、側面3は曲面状であってもよい。具体的には、図14に示すように、側面3は断面が例えば2次曲線状あるいは円弧状であってもよい。このような形状であっても、液体1を良好に保持可能となる。特に、側面3をサイクロイド曲線状にすることにより、入口部13A（14A）から出口部13B（14B）に液体1が到達する時間を短縮できる。ここで、側面3は投影光学系PLの中央部（光軸）に対して外側に膨らむ曲面であることが好ましい。

そして、図13や図14に示した側面3に対しても、親液化処理を施すことができる。

【0082】

また近年、基板Pを保持するステージを2つ格納したツインステージ型露光装置が登場しているが、本発明はツインステージ型露光装置にも適用可能である。

図15はツインステージ型露光装置EX2の概略構成図である。ツインステージ型露光装置EX2は共通のベース71上をそれぞれ独立に移動可能な第1、第2基板ステージPST1、PST2を備えている。また、ツインステージ型露光装置EX2は露光ステージーションAと計測・交換ステージーションBとを有しており、露光ステージーションAにはフォカス検出系60を除いて図1のシステム60が全て搭載されている。また、計測・交換ステージーションBには、検出系60A及び受光部60Bを有するフォーカス検出系60が搭載されている。

【0083】

このようなツインステージ型露光装置EX2の基本的な動作としては、例えば露光ステージーションAにおいて第2基板ステージPST2上の基板Pの露光処理中に、計測・交換ステージーションBにおいて、第1基板ステージPST1上の基板Pの交換及び計測処理が行われる。そして、それぞれの作業が終了すると、第2基板ステージPST2が計測・交換ステージーションBに移動し、それと並行して第1基板ステージPST1が露光ステージーションAに移動し、今度は第2基板ステージPST2に対して計測及び交換処理が行われ、第1基板ステージPST1上の基板Pに対して露光処理が行われる。

【0084】

つまり、計測・交換ステージーションBにおいてフォーカス検出系60により基板Pの面位値情報が検出され、この検出結果は制御装置CONTに記憶される。制御装置CONTは、面位値情報を検出した基板Pを露光ステージーションAに移動し、前記記憶した面位値情報に基づいて投影光学系PLの側面と基板Pの表面との位置関係を調整しつつ露光処理する。

【0085】

このように、ツインステージ型露光装置EX2の場合には、露光ステージーションAにフォーカス検出系60を設けない構成とすることが可能であるため、液体回収部材の設置位置の自由度を増すことができる。そのため、図16に示すように、露光ステージーションAにおいては、液体回収部材（液体回収口）を投影領域AR1のより近傍に設けることができ、液体回収動作を円滑に行うことができる。図16に示す液体回収口31E、32Eはそれぞれ平面視コ字状に形成され投影領域AR1の走査方向両側に配置されており、投影領域AR1を覆うように設けられている。これにより、液体回収機構はこれら液体回収口31E、32Eを介して投影領域AR1及びびステージーションPの移動軌跡のそれぞれにおいて液体回収を行うことができる。

【0086】

なお、露光ステージーションAにもフォーカス検出系を設ける場合、図17に示すように、投

影領域AR1において液体回収口31E、32Eの外側にAF領域AF1、AF2を設定することができる。

【0087】

上述したように、本実施形態における液体1は純水により構成されている。純水は、半導体製造工場等で露光に大量に入用できるとともに、基板P上のフォトリソグラフィ工程（レンズ）等に対する悪影響がない利点がある。また、純水は環境に対する悪影響がない（環境）とともに、不純物の含有量が極めて低いため、基板Pの表面、及び投影光学系PLの先端面に飲けられている光学素子の表面を洗浄する作用も期待できる。そして、長さ193nm程度の露光光E1に対する純水（水）の屈折率 $n$ はほぼ1.47であるため、露光光E1の光源としてArFエキシマレーザ光（長さ193nm）を用いた場合、基板P上で $1/\lambda$ 、すなわち約131nmに短波長化されて高い解像度が得られる。更に、基底深さは空気中に対して約0.4倍、すなわち約1.47倍に拡大されるため、露光中で使用する場合と同程度の焦点深度が確保できればよい場合には、投影光学系PLの開口数をより増加させることができ、この点でも解像度が向上する。

【0088】

本実施形態では、投影光学系PLの先端に光学素子2としてレンズが設けられている。このレンズにより投影光学系PLの光学特性、例えば収差（球面収差、コマ収差等）の調整を行うことができる。

【0089】

なお、液体1の流れによって生じる投影光学系PLの先端の光学素子と基板Pとの間の圧力が大きい場合には、その光学素子を交換可能とするのではなく、その圧力によって光学素子が動かないように装置に固定してもよい。

【0090】

なお、本実施形態の液体1は水であるが、水以外の液体であってもよい。例えば、露光光E1の光源がFレーザである場合、このFレーザ光は水を透過しないので、液体1としてはFレーザ光を透過可能な例えばフッ素系オイル等のフッ素系液体であってもよい。この場合、側面3をはじめとする液体1と接触する部分には、例えばフッ素を含む膜性の小さい分子構造の物質で被覆を形成することで親液化処理する。また、液体1としては、その他にも、露光光E1に対する透過性が高くて折断面が鋭く、投影光学系PLや基板P表面に塗布されているフォトリソグラフィに安定なもの（例えばセダール）を用いることも可能である。この場合も表面処理は用いる液体1の特性に応じて行われる。

【0091】

なお、上記実施形態の基板Pとしては、半導体デバイス製造用の半導体ウエハのみならず、ディスプレイデバイス用のガラス基板や、薄膜磁気ヘッド用のセラミックウエハ、あるいは露光装置で用いられるマスクまたはレジクルの原板（合成石英、シリコンウエハ）等が適用される。

【0092】

露光装置EX2としては、マスクMと基板Pとを同期移動してマスクMのパターンを投影光学系ステージーションP・アンド・スキャニング露光装置（スキャニングステツパ）の他のマスクMと基板Pとを停止した状態でマスクMのパターンを一掃露光し、基板Pを順次ステージーションP・アンド・リート方式の露光装置（ステージーション）にも適用することができる。また、本発明は基板P上で少なくとも2つのパターンを部分的に重ねて転写するステージーションP・アンド・ステツパ方式の露光装置にも適用できる。

【0093】

露光装置EX2の種類としては、基板Pに半導体素子パターンを露光する半導体素子製造用の露光装置に限られず、液晶表示素子製造用の露光装置や、薄膜磁気ヘッド、撮像素子（CCD）あるいはレジクル又はマスクなどを製造するための露光装置などにも広く適用できる。

【0094】

基板ステージPPSTやマスキングステージMSTにリニアモータ(USP5, 623, 853またはUSP5, 528, 118参照)を用いる場合は、エアベアリングを用いたエア浮上型およびローレンツ力またはリアクタンス力を用いた磁気浮上型のものを用いてもよい。また、各ステージPPST, MSTは、ガイドに沿って移動するタイプでもよく、ガイドを設けないガイドレスタイプであってもよい。

【0095】  
各ステージPPST, MSTの駆動機構としては、二次元に磁石を配置した磁石ユニットと二次元にコイルを配置した電機子ユニットとを対向させ電磁力により各ステージPPST, MSTを駆動する平面モータを用いてもよい。この場合、磁石ユニットと電機子ユニットとのいずれか一方をステージPPST, MSTに接続し、磁石ユニットと電機子ユニットとの他方をステージPPST, MSTの移動面に接続すればよい。

【0096】  
基板ステージPPSTの移動により発生する反力は、投影光学系PLに伝わらないように、特開平8-166475号公報(USP5, 528, 118)に記載されているように、フレーム部材を用いて機械的に床(大地)に逃がしてもよい。  
マスキングステージMSTの移動により発生する反力は、投影光学系PLに伝わらないように、特開平8-330224号公報(US S/N 08/416, 558)に記載されているように、フレーム部材を用いて機械的に床(大地)に逃がしてもよい。

【0097】  
以上のように、本願実施形態の露光装置EXは、本願特許請求の範囲に述べられた各構成要素を含む各種サブシステムを、所定の機械的精度、電気的精度、光学的精度を保持しつつ、組み立てることによって製造される。これら各構成要素を確保するために、この組み立ての後に、各種光学系については光学的精度を達成するための調整、各種電気系については電気的精度を達成するための調整、各種サブシステムについては電気的精度を達成するための調整が行われる。各種サブシステムから露光装置への組み立て工程は、各種サブシステム相互の、機械的接続、電気回路の配線接続、気圧回路の配管接続等が含まれる。この各種サブシステムから露光装置への組み立て工程の間に、各サブシステム種々の組み立て工程があることはいくつかの点で、各種サブシステムの露光装置への組み立て工程が終了したら、総合調整が行われ、露光装置全体としての各種精度が確保される。なお、露光装置の製造は、温度およびクリーン度等が管理されたクリーンルームで行うことが望ましい。

【0098】  
半導体デバイス等のマイクログラフデバイスは、図18に示すように、マイクログラフデバイスの機械・性能設計を行うステップ201, この設計ステップに基づいたマスク(レチクル)を製作するステップ202, デバイスの基板上に露光装置を露光するステップ203, 前述した露光装置の露光装置EXによりマスキングパターンを基板上に露光する露光装置ステップ204, デバイス組み立てステップ(ダイシング工程、ボンディング工程、パッケージ工程を含む)205, 検査ステップ206等を経て製造される。

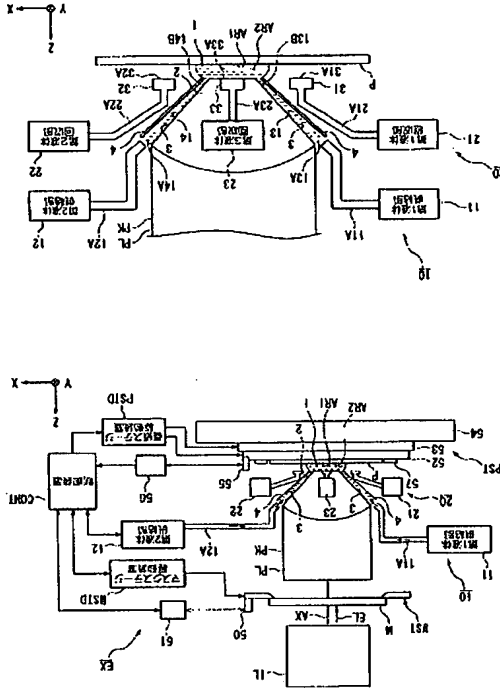
【0099】  
【発明の効果】  
本発明によれば、投影光学系と基板との間に液滴領域を形成した状態で露光処理する際、基板の面位置情報を検出するための検出光の光線を非液滴領域に投じることができる。したがって、基板の面位置情報を高精度で検出することができ、高精度なパターン転写精度を得ることができる。また、基板上の液滴のシヨット領域を順次露光する際、第1シヨット領域を露光するときに投じられた液滴領域を露光するときに液滴領域に入らないように回収するようにより、第2シヨット領域を露光するときに投じられる液滴は、第1シヨット領域を露光したときに使われなかった露光の照射により液滴上昇している液滴の影響を受けずに高精度で露光処理を行うことができる。

【図面の簡単な説明】  
【図1】本発明の露光装置の一実施形態を示す概略構成図である。  
【図2】図1の要部拡大図であって本発明の特殊的部分である液体供給機構及び液体回収

機構の概略構成を示す図である。  
【図3】本発明の特殊的部分である液体供給機構及び液体回収機構の概略構成を示す平面図である。

【図4】投影機構及びAF領域と液体回収口との位置関係を概略的に示す平面図である。  
【図5】基板上に設定されたシヨット領域を示す概略図である。  
【図6】露光動作中の液滴の挙動を示す概略図である。  
【図7】露光動作中の液滴の挙動を示す概略図である。  
【図8】露光動作中の液滴の挙動を示す概略図である。  
【図9】露光動作中の液滴の挙動を示す概略図である。  
【図10】液体回収機構の液体回収口の他の実施形態を示す図である。  
【図11】液体回収機構の液体回収口の他の実施形態を示す図である。  
【図12】液体回収機構の液体回収口の他の実施形態を示す図である。  
【図13】投影光学系の側面の他の実施形態を示す側断面図である。  
【図14】投影光学系の側面の他の実施形態を示す側断面図である。  
【図15】本発明の露光装置の他の実施形態を示す図である。  
【図16】液体回収口の他の実施形態を示す図である。  
【図17】液体回収口の他の実施形態を示す図である。  
【図18】半導体デバイスの製造工程の一例を示すフローチャート図である。

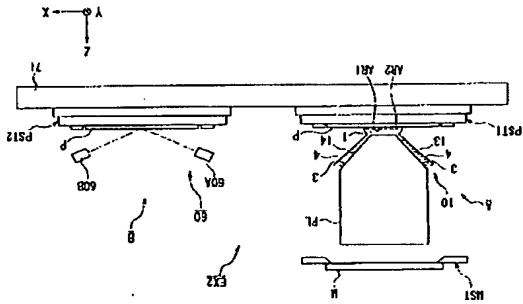
【符号の説明】  
1...液体, 3...側面, 4...ガイド板, 10...液体供給機構,  
11, 12...液体供給部, 13...第1液路, 14...第2液路,  
20...液体回収機構, 21~24...液体回収部, 31~34...液体回収部材,  
31A~34A...液体回収口, 80...フォーカス検出系, AR1...投影機構,  
AR2...液滴領域, CONT...制御装置, EX...露光装置, M...マスク,  
P...基板, PL...投影光学系, S1~S12...シヨット領域  
【図21】



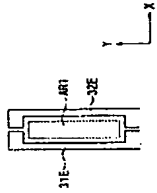
【図21】



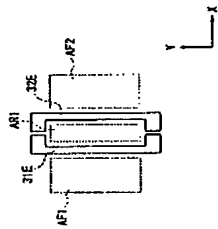
【図 1 5】



【図 1 6】



【図 1 7】



【図 1 8】

